

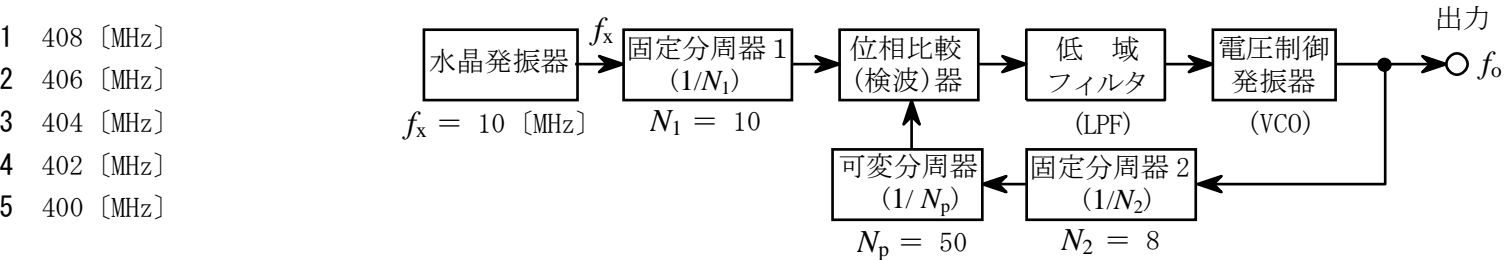
第二級陸上無線技術士「無線工学 A」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A－1 次の記述は、セルラー方式の移動通信システムの通信規格の一つであり、LTE(Long Term Evolution)と呼ばれる我が国のシン
 グルキャリア周波数分割多元接続(SC-FDMA)方式携帯無線通信を行う無線局等について述べたものである。このうち誤っているも
 のを下の番号から選べ。

- 1 LTE では、陸上移動局(携帯端末)から基地局へ送信する場合、ピーク電力対平均電力比(PAPR)の低減が可能な SC-FDMA が用
 いられているため、送信電力増幅器の電力消費を抑えることにつながり、携帯端末の省電力化や送信電力増幅器の低廉化が可
 能となる。
- 2 LTE は、基地局から陸上移動局(携帯端末)へ送信を行う場合、直交周波数分割多重(OFDM)方式が用いられる。
- 3 直交周波数分割多重(OFDM)方式は、各サブキャリア信号のシンボル時間が遅延スプレッドに比較して相対的に長くなるので、
 マルチパス遅延波による干渉を低減することができる。
- 4 直交周波数分割多重(OFDM)のようなマルチキャリア方式では、それぞれのサブキャリア信号の変調波がランダムにいろい
 ろな振幅や位相をとり、一般的に、シングルキャリア方式に比較して信号のピーク電力対平均電力比(PAPR)が低くなるため、高
 性能な線形出力特性を持つ送信電力増幅器が必要となる。
- 5 基地局から携帯端末へ送信を行う回線においては、無線フレーム長を短縮することにより、接続遅延や制御遅延などの短縮
 が可能となり、低遅延の無線ネットワークを実現している。

A－2 図に示す位相同期ループ(PLL)を用いた周波数シンセサイザの原理的な構成例において、出力の周波数 f_o の値として、正しいも
 のを下の番号から選べ。ただし、水晶発振器の出力周波数 f_x の値を 10 [MHz]、固定分周器 1 の分周比について N_1 の値を 10、
 固定分周器 2 の分周比について N_2 の値を 8、可変分周器の分周比について N_p の値を 50 とし、PLL は、位相比較(検波)器に加わ
 る二つの入力の周波数及び位相が等しくなるように動作するものとする。



A－3 次の記述は、デジタル通信の変調方式である PSK 及び QAM の一般的な特徴等について述べたものである。このうち誤っている
 ものを下の番号から選べ。ただし、信号空間ダイアグラム(コンスタレーション)とは、信号点配置図である。

- 1 QPSK 波のコンスタレーションでは、4 個の信号点配置となる。
- 2 QPSK 波は、変調信号に対して搬送波の位相が $\pi/2$ [rad] の間隔で割り当てられ、シンボル当たり 2 ビットの情報を送るこ
 とができる。
- 3 64QAM 波のコンスタレーションでは、64 個の信号点配置となり、シンボル当たり 8 ビットの情報を送ることができる。
- 4 64QAM 波は、直交する二つの搬送波をそれぞれ 8 値を持つ多値信号により振幅変調し、それらを加算して得ることができる。
- 5 PSK は、搬送波の位相に、QAM は、搬送波の振幅と位相に情報が乗っている変調方式であり、多値化するに従って、隣り合う
 信号点間距離が狭くなるので原理的に伝送路等におけるノイズやひずみによるエラーが起こりやすくなる。

A－4 次の記述は、DSB(A3E)変調波と SSB(J3E)変調波の送信電力について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組
 合せを下の番号から選べ。ただし、A3E 変調波の変調度を $m \times 100$ [%] とする。

- (1) A3E 変調波の送信電力 P_{AM} [W] は、搬送波成分の電力 P_C [W] 及び m を
 用いて次式で表される。

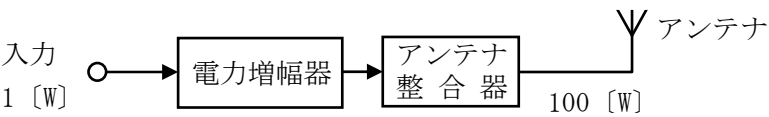
$$P_{AM} = P_C (1 + \square \text{ A }) \text{ [W] } \text{ ----- } \text{ ①}$$
- (2) J3E 変調波を A3E 変調波のいずれか一方の側波帯とすると、その送信電
 力 P_{SSB} [W] は、次式で表される。

$$P_{SSB} = P_C \times \square \text{ B } \text{ [W] } \text{ ----- } \text{ ②}$$
- (3) $m = 1$ のとき、式①、②より、 P_{SSB} は、 P_{AM} の $\square \text{ C } \text{ の値になる。}$

	A	B	C
1	$m^2/2$	$m^2/4$	1/6
2	$m^2/2$	$m^2/2$	2/9
3	m^2	$m^2/2$	1/4
4	$m^2/4$	$m^2/8$	1/10
5	$m^2/4$	$m^2/4$	1/6

A-5 図に示す送信設備の終段部の構成において、1 [W] の入力電力を加えて、電力増幅器及びアンテナ整合器を通した出力を 100 [W] とするとき、電力増幅器の利得として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ整合器の挿入損失を 1 [dB] とする。

- 1 21 [dB]
- 2 22 [dB]
- 3 23 [dB]
- 4 24 [dB]
- 5 25 [dB]



A-6 次の記述は、デジタル信号の復調(検波)方式について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

	A	B	C
(1) 一般に、搬送波電力対雑音電力比 (C/N) が同じとき、理論上では同期検波は遅延検波に比べ、符号誤り率が □ A □。	1 大きい	包絡線	後
(2) 同期検波は、受信信号から再生した □ B □ を基準信号として用いる。	2 大きい	搬送波	後
(3) 遅延検波は、1 シンボル □ C □ の変調されている搬送波を基準信号として位相差を検出する方式である。	3 大きい	包絡線	前
	4 小さい	搬送波	後
	5 小さい	搬送波	前

A-7 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の妨害波の周波数について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

	A	B
(1) 妨害波の周波数と受信機の局部発振周波数との差の周波数が □ A □ に等しいときは、希望波以外の不要な成分が受信機出力に生ずることがある。	1 局部発振周波数	低い
(2) 希望周波数が局部発振周波数より高いとき、妨害波の一つである映像周波数は、局部発振周波数より □ B □。	2 局部発振周波数	高い
	3 中間周波数	高い
	4 中間周波数	低い
	5 信号周波数	高い

A-8 次の記述のうち、FM (F3E) 受信機の振幅制限器の機能について述べたものとして、正しいものを下の番号から選べ。

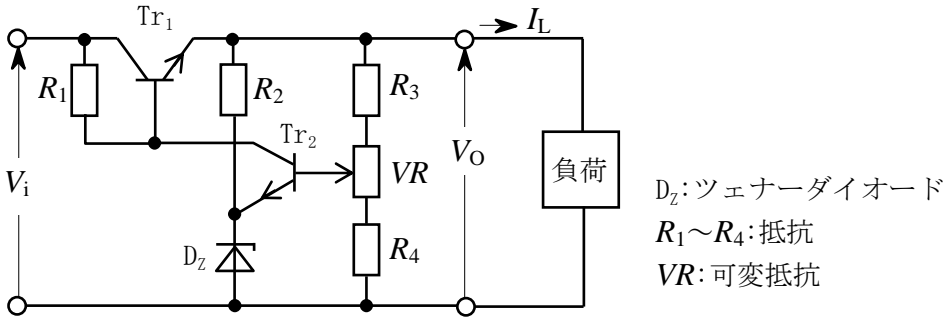
- 1 伝搬の途中において発生するフェージングなどによる振幅の変動が、ひずみや雑音として復調されるのを防ぐ。
- 2 受信した信号の周波数を中間周波数に変換する。
- 3 局部発振器の周波数と受信信号の搬送波の周波数とを、一定の周波数関係に保つ。
- 4 受信機入力の信号がないか、又は微弱なとき、大きな雑音がスピーカから出力されるのを防ぐ。
- 5 送信側で強調された信号の高域周波数成分を抑圧して平坦な周波数特性に戻し、信号対雑音比 (S/N) を改善する。

A-9 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の初段に設ける高周波増幅器について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

	A	B	C
(1) 受信機の雑音制限感度は、出力を規定の信号対雑音比 (S/N) で得るために必要な □ A □ の受信機入力電圧をいい、受信機の総合利得及び初段の高周波増幅器の利得が十分大きいとき、高周波増幅器の □ B □ でほぼ決まる。	1 最小	帯域幅	近接周波数
(2) 高周波増幅器を設けると、□ C □ の電波による妨害の低減に効果がある。	2 最小	雑音指数	映像周波数
	3 最小	雑音指数	近接周波数
	4 最大	雑音指数	近接周波数
	5 最大	帯域幅	映像周波数

A-10 図に示す直列制御形定電圧回路において、制御用トランジスタ Tr_1 のコレクタ損失の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、入力電圧 V_i は 21~29 [V]、出力電圧 V_O は 9~18 [V]、負荷電流 I_L は 0~500 [mA] とする。また、 Tr_1 と負荷以外で消費される電力は無視するものとする。

- 1 5 [W]
- 2 8 [W]
- 3 10 [W]
- 4 12 [W]
- 5 15 [W]



A-11 次の記述は、無停電電源装置用蓄電池の浮動充電方式について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

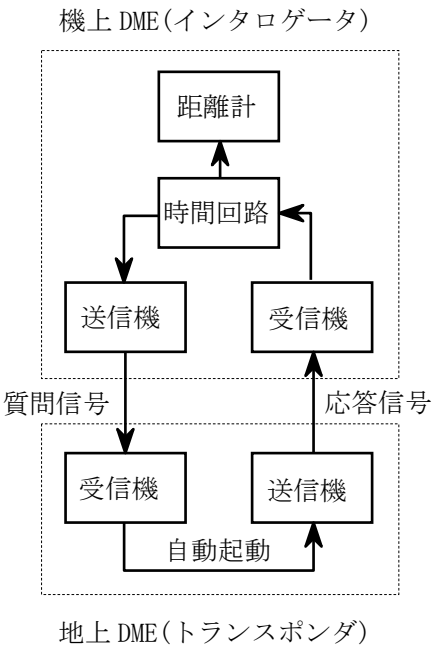
- (1) 充電器、蓄電池及び負荷を □ A □ に接続し、蓄電池には自己放電を補う程度の電流で常に充電を行う。
- (2) 通常の使用状態では、負荷には □ B □ から電流が供給される。
- (3) 充電器の電圧変動が □ C □ で吸収されるので、供給電圧が安定する。

	A	B	C
1	直列	充電器	負荷
2	直列	蓄電池	蓄電池
3	並列	充電器	負荷
4	並列	蓄電池	負荷
5	並列	充電器	蓄電池

A-12 次の記述は、図に示す航空用 DME(距離測定装置)の原理的な構成例について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 地上 DME(トランスポンダ)は、航空機の機上 DME(インタロゲータ)から送信された質問信号を受信すると、自動的に応答信号を送信し、インタロゲータは、質問信号と応答信号との □ A □ を測定して航空機とトランスポンダとの □ B □ を求める。
- (2) トランスポンダは、複数の航空機からの質問信号に対し応答信号を送信する。このため、インタロゲータは、質問信号の発射間隔を □ C □ にし、自機の質問信号に対する応答信号のみを安定に同期受信できるようにしている。

	A	B	C
1	時間差	方位	一定
2	時間差	距離	不規則
3	時間差	距離	一定
4	周波数差	方位	不規則
5	周波数差	距離	一定



A-13 次の記述は、地上系マイクロ波多重回線の中継方式について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

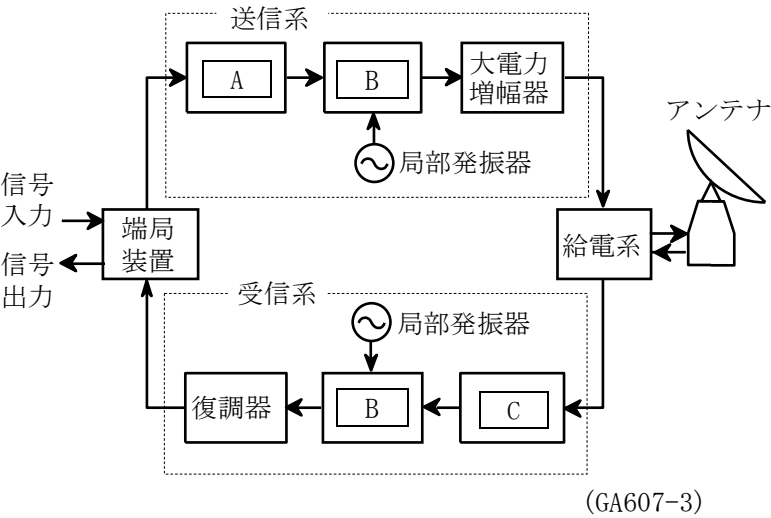
- 1 検波再生中継方式は、復調した信号から元の符号パルスを再生した後、再度変調して送信するため、波形ひずみ等が累積されない。
- 2 非再生中継(ヘテロダイン中継)方式は、送られてきた電波を受信してその周波数を中間周波数に変換して増幅した後、再度周波数変換を行い、これを所定レベルまで電力増幅して送信する方式であり、復調及び変調は行わない。
- 3 2周波中継方式において、ラジオダクトによるオーバーリーチ干渉を避ける方法としては、中継ルートを直線的に設定して、アンテナのサイドローブを利用することが多い。
- 4 直接中継方式は、受信波を同一の周波数帯で増幅して送信する方式である。
- 5 直接中継を行うときは、希望波受信電力 C と自局内回込みによる干渉電力 I の比(C/I)を規定値以上に確保しなければならない。

A-14 最大探知距離 R_{\max} が 10 [km] のパルスレーダーの送信尖頭電力を 16 倍にしたときの R_{\max} の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 R_{\max} は、レーダー方程式によるものとする。

- 1 14 [km] 2 17.5 [km] 3 20 [km] 4 24.5 [km] 5 40 [km]

A-15 図は、衛星通信に用いる地球局の構成例を示したものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

	A	B	C
1	低周波発振器	A-D 変換器	低雑音増幅器
2	低周波発振器	周波数混合器	低周波増幅器
3	周波数混合器	変調器	低周波発振器
4	変調器	A-D 変換器	低周波増幅器
5	変調器	周波数混合器	低雑音増幅器



A-16 最高周波数が 10 [kHz] のアナログ信号を標本化定理に基づき標本化し、16 ビットで符号化した情報を伝送するために必要なビットレートとして、最も低い値を下の番号から選べ。ただし、ビットレートは、デジタル通信で用いる通信速度の単位であり、1 秒間に伝送される情報のビット数を表す。

- 1 16 [kbps] 2 32 [kbps] 3 256 [kbps] 4 320 [kbps] 5 4,096 [kbps]

A-17 次の記述は、オシロスコープの立ち上がり時間について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 $\log_e(1/0.9)=0.1$ 及び $\log_e(1/0.1)=2.3$ とする。また、 e は自然対数の底とする。

(1) オシロスコープの垂直増幅器の高域の減衰特性が 6 [dB/oct] のとき、この特性の等価回路は図 1 に示す一次の □ A で近似でき、そのステップ応答波形は、図 2 で表される。ただし、 v/V は、ステップ入力の振幅が V [V]、出力の振幅が v [V] のときの振幅比であり、次式で表される。

$$v/V = \{1 - e^{-t/(CR)}\} \quad \text{----- ①}$$

(2) 立ち上がり時間 T_r [s] は、 v/V がその最終値 1.0 の 10 [%] から 90 [%] になるまでの時間で定義されるので、まず、0 [%] から 10 [%] になる時間 t' を求めると、次のようになる。

$$0.1 = 1 - e^{-t'/(CR)} \\ t' \doteq 0.1 CR \text{ [s]} \quad \text{----- ②}$$

同様に 0 [%] から 90 [%] になる時間 t'' は次のようになる。

$$t'' \doteq \text{□ B [s]} \quad \text{----- ③}$$

垂直増幅器の高域しゃ断周波数 f は、□ C [Hz] に等しく、これと式②及び式③より立ち上がり時間 T_r を求めると、 T_r は f と近似的に次式の関係がある。

$$T_r = t'' - t' \doteq 0.35 / f \text{ [s]}$$

A	B	C
1 低域フィルタ (LPF)	0.23 CR	$2\pi CR$
2 低域フィルタ (LPF)	2.3 CR	$1/(2\pi CR)$
3 低域フィルタ (LPF)	2.3 CR	$2\pi CR$
4 高域フィルタ (HPF)	0.23 CR	$1/(2\pi CR)$
5 高域フィルタ (HPF)	2.3 CR	$2\pi CR$

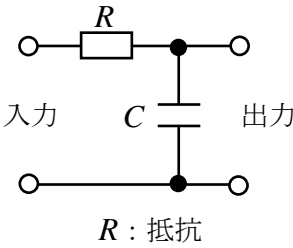


図 1

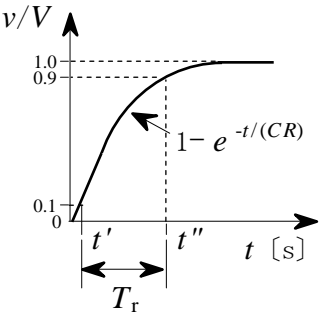
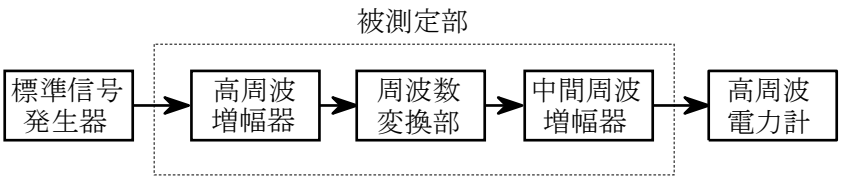


図 2

A-18 図に示す受信機の雑音指数の測定の構成例において、高周波電力計で中間周波増幅器の有能雑音出力電力を測定したところ、-27 [dBm] であった。このときの被測定部の雑音指数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、高周波増幅器の有能雑音入力電力を -100 [dBm]、被測定部の有能利得を 70 [dB] とする。また、1 [mW] を 0 [dBm] とする。

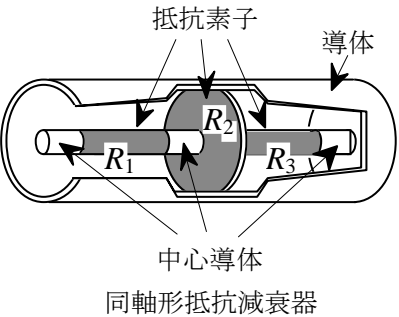
- 1 1 [dB]
2 2 [dB]
3 3 [dB]
4 4 [dB]
5 5 [dB]



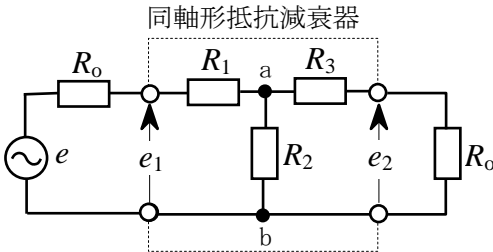
A-19 次の記述は、図に示す同軸形抵抗減衰器及びその等価回路について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、抵抗素子 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω] 及び R_3 [Ω] には、 $R_1 = R_3$ 、 $R_2 = 4R_1$ の関係があり、入出力の抵抗 R_0 の大きさは、 $R_0 = 3R_1$ [Ω] とする。

(1) 端子 ab から負荷側を見た R_2 [Ω]、 R_3 [Ω] 及び R_0 [Ω] の合成インピーダンスは、□ A である。
(2) 信号源電圧が e [V] のとき、減衰器の入力電圧 e_1 は $e_1 = \text{□ B}$ であり、 e_1 と出力電圧 e_2 との比からこの同軸形抵抗減衰器の減衰量を求めると、□ C である。

A	B	C
1 $3R_1$ [Ω]	$e/2$ [V]	6 [dB]
2 $3R_1$ [Ω]	$e/3$ [V]	3 [dB]
3 $2R_1$ [Ω]	$e/2$ [V]	9 [dB]
4 $2R_1$ [Ω]	$e/2$ [V]	6 [dB]
5 $2R_1$ [Ω]	$e/3$ [V]	3 [dB]



同軸形抵抗減衰器



等価回路

A-20 次の記述は、搬送波零位法による FM(F3E) 波の周波数偏移の測定方法について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) FM 波の搬送波及び各側帯波の振幅は、変調指数 m_f を変数(偏角)とするベッセル関数を用いて表され、このうち □ A □ の振幅は、零次のベッセル関数 $J_0(m_f)$ に比例する。 $J_0(m_f)$ は、 m_f に対して図 1 に示すような特性を持ち、 m_f が約 2.41、5.52、8.65、・・・のとき、ほぼ零になる。
- (2) 図 2 に示す構成例において、周波数 f_m [Hz] の単一正弦波で周波数変調した FM(F3E) 送信機の一部をスペクトルアナライザに入力し、FM 波のスペクトルを表示する。単一正弦波の □ B □ を零から次第に大きくしていくと、搬送波及び各側帯波のスペクトルの振幅がそれぞれ消長を繰り返しながら、徐々に FM 波の占有周波数帯幅が広がる。
- (3) □ A □ の振幅が零になる度に、 m_f の値に対するレベル計の値(入力信号電圧)を測定する。このとき周波数偏移 f_d は、 m_f 及び f_m の値を用いて、 $f_d =$ □ C □ より求められるので、信号入力対周波数偏移の特性が求められる。

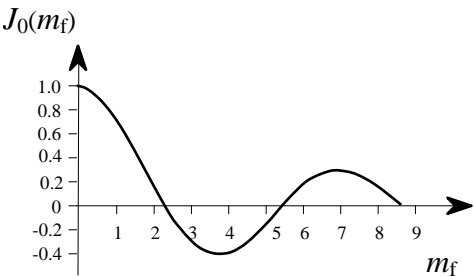


図 1

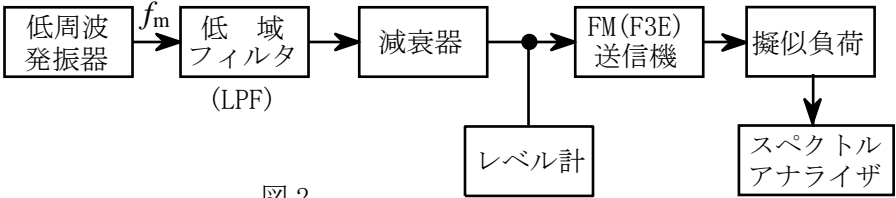
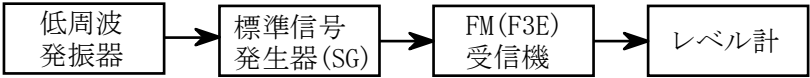


図 2

A	B	C
1 側帯波	振幅	f_m/m_f [Hz]
2 側帯波	周波数	$m_f f_m$ [Hz]
3 搬送波	周波数	$m_f f_m$ [Hz]
4 搬送波	振幅	$m_f f_m$ [Hz]
5 搬送波	周波数	f_m/m_f [Hz]

B-1 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM(F3E) 受信機のスプリアス・レスポンスの測定手順等について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、各機器間の整合はとれているものとする。

- (1) 標準信号発生器(SG)を試験周波数に設定し、1,000 [Hz] の正弦波により 70%変調状態(周波数偏移が許容値の 70%となる変調入力を加えた状態)とする。この状態で受信機に 20 [dBμV] 以上の受信機入力電圧を加え、受信機の既定の復調出力(定格出力の 1/2)が得られるように受信機出力レベルを調整する。
- (2) □ ア □ の出力を断(OFF)とし、受信機の復調出力(雑音)レベルを測定する。
- (3) SG から試験周波数の □ イ □ 信号を加え、SG の出力レベルを調整して受信機の復調出力(雑音)レベルが(2)で求めた値より 20 [dB] □ ウ □ 値とする。このときの SG の出力レベルから受信機入力電圧を求め、これを A [dB] とする。
- (4) 次に、SG の出力を(3)の測定時の値から変化させて、スプリアス・レスポンスの許容値より 20 [dB] 程度 □ エ □ とし、SG の周波数を掃引してスプリアス・レスポンスの発生する周波数を探索する。この探索は原則として受信機の間周波数から試験周波数の 3 倍までの周波数範囲について行う。
- (5) (4)の探索でスプリアス・レスポンスを検知した各周波数について、SG の出力を調整し受信機の復調出力が □ オ □ の測定時の値と等しい値となるときの SG 出力から、このときの受信機入力電圧 B [dB] を求める。
- (6) (5)で求めた B の値と、(3)で求めた A の値との差を求める。
- (7) 測定結果として、(6)で求めた最大値を、dB 単位で周波数と共に記載し、その値がスプリアス・レスポンスの許容値以上であるか否かを確認する。



1 SG	2 無変調	3 高い	4 低い値	5 (3)
6 低周波発振器	7 変調	8 低い	9 高い値	10 (2)

B-2 次の記述は、通信衛星(静止衛星)について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 通信衛星は、通信を行うための機器(ミッション機器)及びこれをサポートする共通機器(バス機器)から構成される。ミッション機器は、□ア□及び中継器(トランスポンダ)などである。
- (2) トランスポンダは、地球局から通信衛星向けのアップリンクの周波数を通信衛星から地球局向けのダウンリンクの周波数に変換するとともに、□イ□で減衰した信号を必要なレベルに増幅して送信する。また、トランスポンダを構成する受信機は、地球局からの微弱な信号の増幅を行うので、□ウ□が小さい増幅器を用いる。
- (3) バス機器を構成する電源機器において、主電力を供給する □エ□ のセルは、一般に、三軸衛星では展開式の □オ□ 状のパネルに実装される。

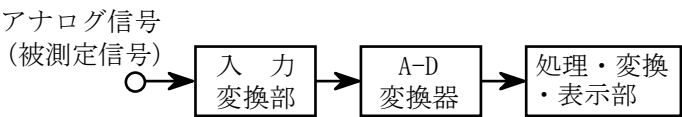
- | | | | | |
|-----------|----------|--------|--------|-------|
| 1 通信用アンテナ | 2 アップリンク | 3 内部雑音 | 4 鉛蓄電池 | 5 球 |
| 6 姿勢制御機器 | 7 ダウンリンク | 8 利得 | 9 太陽電池 | 10 平板 |

B-3 次の記述は、符号分割多元接続方式(CDMA)及びこれを利用した移動通信システムの特徴について述べたものである。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア CDMA は、拡散符号が一致しなくても復調できるため、秘話性、秘匿性が低い。
- イ レイク受信技術とは、マルチパス環境において多重波信号を線形受信し、遅延を等化して合成することによって受信特性を改善するものである。
- ウ ソフトハンドオーバとは、すべての基地局のセル、セクタで異なる搬送周波数を使用することを利用して、移動局が複数の基地局と並行して通信を行うことで、セル境界での短区間変動の影響を軽減し、通信品質を向上させる技術である。
- エ 遠近問題とは、希望局(移動局)が基地局から遠方などで希望局の受信信号が弱く、基地局の近傍などにいる非希望局(移動局)からの干渉電力が、逆拡散の過程における拡散利得値以上に希望波電力よりも大きい場合に、希望局の信号を正常に受信できなくなることである。
- オ 遠近問題を解決するためには、受信電力が移動局で同一になるようにすべての基地局の送信電力を制御する必要がある。

B-4 次の記述は、図に示すデジタルマルチメータの原理的構成例について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 入力変換部は、アナログ信号(被測定信号)を増幅するとともに □ア□ に変換し、A-D 変換器に出力する。A-D 変換器は、被測定信号(入力量)と基準量とを比較して得た測定結果を表示部に表示する。
- (2) A-D 変換器における被測定信号(入力量)と基準量との比較方式には、直接比較方式と間接比較方式がある。
直接比較方式は、入力量と基準量とを □イ□ と呼ばれる回路で直接比較する方式であり、間接比較方式は、入力量を □ウ□ してその波形の □エ□ を利用する方式である。高速な測定に適するのは、□オ□ 比較方式である。



- | | | | | |
|--------|----------|------|-------|-------|
| 1 交流電圧 | 2 ミクサ | 3 積分 | 4 傾き | 5 間接 |
| 6 直流電圧 | 7 コンパレータ | 8 微分 | 9 ひずみ | 10 直接 |

B-5 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機において生ずることがある混信妨害及びその対策について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 近接周波数による混信妨害は、妨害波の周波数が □ア□ に近接しているとき生ずるので、通常、□イ□ の選択度を向上させるなどにより軽減する。
- (2) 映像周波数による混信妨害は、妨害波の周波数が受信周波数から中間周波数の □ウ□ 倍の周波数だけ離れた周波数になるときに生ずるので、高周波増幅器の選択度を向上させるなどにより軽減する。
- (3) 相互変調及び混変調による混信妨害は、高周波増幅器などが入出力特性の □エ□ 範囲で動作するときに生ずるので、受信機の入力レベルを □オ□ などにより軽減する。

- | | | | | |
|-----------|-----------|-----|-------|--------|
| 1 受信周波数 | 2 高周波増幅器 | 3 3 | 4 非直線 | 5 下げる |
| 6 局部発振周波数 | 7 中間周波増幅器 | 8 2 | 9 直線 | 10 上げる |